

## Variable assist power steering system using electronic pressure control

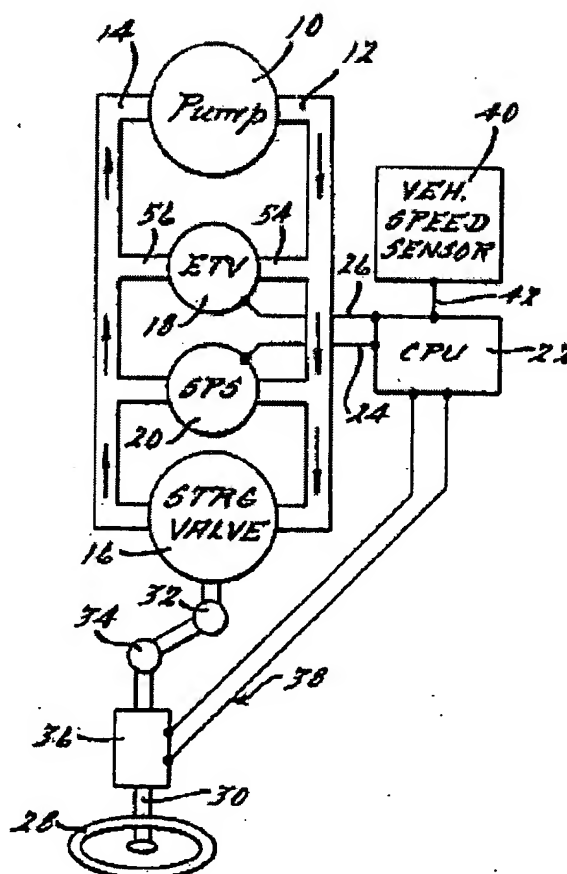
<b>Patent number:</b>	DE3729156
<b>Publication date:</b>	1988-03-10
<b>Inventor:</b>	DUFFY JAMES J (US)
<b>Applicant:</b>	FORD WERKE AG (DE)
<b>Classification:</b>	
- international:	B62D6/02
- european:	B62D6/02
<b>Application number:</b>	DE19873729156 19870901
<b>Priority number(s):</b>	US19860902919 19860902

**Also published as:**

US4760892 (A1)  
GB2194494 (A)

Abstract not available for DE3729156  
Abstract of correspondent: **US4760892**

A power steering gear for a vehicle capable of providing a variable degree of power assistance to supplement manual steering effort wherein the variable assist is achieved by controlling directly the magnitude of the steering pressure made available to a pressure operated motor by a vehicle engine driven pump, the magnitude of the pressure being controlled by a central processing unit that responds to vehicle steering wheel torque and vehicle speed to produce an appropriate steering pressure and power assist for all driving conditions.



Data supplied from the **esp@cenet** database Worldwide



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 37 29 156.4  
22 Anmeldetag: 1. 9. 87  
43 Offenlegungstag: 10. 3. 88

Abdruck  
Verfahren

DE 3729156 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31

02.09.86 US 902919

71 Anmelder:

Ford-Werke AG, 5000 Köln, DE

74 Vertreter:

Kohler, A., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Schroeder-Kohler, M., Dipl.-Chem., Pat.-Anwälte,  
8000 München

72 Erfinder:

Duffy, James J., Livonia, Mich., US

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Variables Hilfskraftsteuerungssystem unter Verwendung elektronischer Druckregelung

Es wird ein Kraftsteuerungsgetriebe für ein Fahrzeug angegeben, das ein variables Ausmaß an Kraftunterstützung zur Ergänzung der manuellen Steuerungskraft liefert, worin die variable Unterstützung dadurch erreicht wird, daß die Größe des durch einen druckbetriebenen Motor über eine vom Fahrzeugmotor betriebene Pumpe zur Verfügung gestellten Steuerungsdrucks direkt geregelt wird, wobei die Größe des Drucks durch eine Zentralverarbeitungseinheit geregelt wird, die auf das Fahrzeuglenkraddrehmoment und die Fahrzeuggeschwindigkeit anspricht, so daß ein geeigneter Steuerungsdruck und eine Kraftunterstützung für sämtliche Fahrbedingungen erzeugt wird.

DE 3729156 A1

BEST AVAILABLE COPY

1. Kraftsteuerungssystem nach Anspruch 1, das ein Kraftfahrzeug mit einer zur Verbindung mit einem Fahrzeugsteuergestänge geeigneten Zahnstange, einem in die Zahnstange eingreifbaren Antriebsritzel, einer vom Fahrer geregelten Steuersäule und einer Drehstabverbindung zwischen der Steuersäule und dem Antriebsritzel, wodurch Steuerungskräfte von der Steuersäule auf die Zahnstange verteilt werden, gekennzeichnet durch

eine Drehventilanordnung (16), die eine mit dem Antriebsritzel verbundene und damit drehbare Ventilmuffe (42) und ein in der Ventilmuffe aufgenommenes und mit der Steuersäule drehbar verbundenes inneres Ventilelement aufweist,

eine Kraftsteuerungspumpe (10), mit hydraulischem Druck betriebene Flüssigkeitsmotoren mit einem druckbetriebenen Bauteil, das mit der Zahnstange verbunden ist, wodurch eine Flüssigkeitsdruckkraft auf die Zahnstange ausgeübt werden kann, um die manuelle Lenkkraft zu ergänzen, wodurch der Fahrzeugführer eine Kraftunterstützung erhält,

einen Flüssigkeitsdruckkreislauf, der die Pumpe (10) mit dem Flüssigkeitsmotor verbindet, wobei die Steuerungsventilanordnung (16) in dem Flüssigkeitsdruckkreislauf angeordnet ist und diesen teilweise definiert, wodurch Druck entweder zu der einen Seite des Flüssigkeitsmotors oder zu der anderen je nach der Richtung des auf die Steuersäule (30) ausgeübten Drehmoments verteilt wird, wobei der Flüssigkeitsdruckkreislauf einen Hochdruckdurchgang (12), der eine Hochdruckseite der Pumpe (10) mit der Einlaßseite der Steuerungsventilanordnung (16) verbindet und einen Niederdruckrückströmungsdurchgang (14), der die Auslaßseite der Steuerungsventilanordnung (16) mit der Einlaßseite der Pumpe (10) verbindet, umfaßt,

ein elektronisch geregeltes Drosselventil (18), das sich in paralleler Anordnung in dem Flüssigkeitsdruckkreislauf zwischen der Einlaßseite der Pumpe (10) und der Auslaßseite der Pumpe (10) befindet, wodurch ein Bypass-Strömungsweg in paralleler Beziehung hinsichtlich des Flüssigkeitsströmungsweges durch die Steuerungsventilanordnung (16) gebildet wird,

eine elektronische Zentralverarbeitungseinheit (22), die mit dem elektronisch geregelten Drosselventil (18) verbunden ist, einen in dem hydraulischen Druckkreislauf angeordneten Steuerungsdrucksensor (20), der mit der Zentralverarbeitungseinheit (22) verbunden ist und

einen mit der Zentralverarbeitungseinheit (22) verbundenen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor (40), wobei die zentrale Verarbeitungseinheit (22) einen elektronischen Speicher mit gespeicherten Fahrzeuggeschwindigkeits- und Steuerungspumpendruckdaten aufweist, wobei die Beziehung zwischen den Daten das optimale elektrische Spannungssignal anzeigt, das, wenn es dem elektronisch geregelten Drosselventil (18) ausgesetzt ist, einen geregelten Flüssigkeitsbypass von der Hochdruckseite der Pumpe zu der Einlaßseite der Pumpe bewirkt, wodurch eine geregelte Kraftunterstützung in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit herbeigeführt wird.

2. Kraftsteuerungssystem nach Anspruch 1, da-

2  
durch gekennzeichnet, daß das elektronisch geregelte Drosselventil (18) eine Ventilschleife (44) und eine die Ventilschleife umgebende Ventilmuffe (42), wobei die Muffe und die Schleife mit Öffnungen versehen sind, um geregelte Verbindung zwischen der Hochdruckseite der Pumpe (10) und der Niederdruckseite der Pumpe herbeizuführen, Federbauteile (58) zur Vorspannung der Ventilschleife (44) in einer Richtung und eine Solenoid (60) von variabler Stärke mit Wicklungen, die einen mit der Ventilschleife (44) verbundenen Anker (62) umgeben, wodurch die Verschiebung der Ventilschleife (44) gegen die entgegengerichtete Kraft der Feder (58) von dem Abgabesignal der Zentralverarbeitungseinheit (22) abhängt und die Größe des Abgabesignals durch die Größe des Fahrzeuggeschwindigkeitssensorsignals und des Steuerungsdrucksensorsignals bestimmt wird, aufweist.

3. Kraftsteuerungssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das elektronisch geregelte Drosselventil (18) ein Regulierventil mit einer Regulierventilmuffe (64) und einer in der Muffe angeordneten Regulierventilschleife (66), eine Dosieröffnung, deren eine Seite mit der Auslaßseite der Pumpe (10) in Verbindung steht und deren stromabwärts liegende Seite mit der Niederdruckseite der Pumpe in Verbindung steht, wobei die Regulierventilschleife (66) mit der Dosieröffnung übereinstimmt und deren Wirkungsfläche regelt, wenn sie innerhalb der Regulierventilmuffe (64) verschoben wird, und ein Solenoidventil (18') aufweist, das eine Solenoidventilschleife (76) und eine die Solenoidventilschleife aufnehmende Solenoidventilmuffe (74) umfaßt, wobei die Solenoidventilschleife (74) und die Solenoidventilmuffe (76) aufeinander passende Ventilstege (78, 80) aufweisen, welche den Flüssigkeitsdruckkreislauf an der Hochdruckseite der Pumpe und den Flüssigkeitsdruckkreislauf an der Niederdruckseite der Pumpe begrenzen, wobei ein Flüssigkeitsdurchgang (72) eine Seite der Regulierventilschleife (66) mit der Solenoidventilmuffe (74) verbindet und die Solenoidventilschleife (76) nach Bewegung mit Bezug auf die Solenoidventilmuffe (74) das Ausmaß der Verbindung zwischen der Hochdruckseite der Pumpe und dem Durchgang und das Ausmaß der Verbindung zwischen dem Durchgang auf der Rückführseite der Pumpe regelt, wobei Druckverteilungsdurchgänge (54', 56') den Durchgang (72) mit einem Ende der Solenoidventilschleife (76) verbinden und das andere Ende der Solenoidventilschleife (76) mit der Niederdruckseite der Pumpe verbinden, wobei Solenoidventilwicklungen einen mit der Solenoidventilschleife (76) verbundenen Solenoidanker umgeben, wodurch eine Verschiebung der Solenoidventilschleife (76) mit Bezug auf die Solenoidventilmuffe (74) durch die Größe der durch die Solenoidwicklungen entwickelten elektromagnetischen Kraft bestimmt wird, so daß die Solenoidventilschleife als Pilotventil funktioniert, das die Operation des Regulierventils auslöst.

4. Kraftsteuerungssystem nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Regulierventilschleife (88) zwei Regulierventilstege (90, 92) von unterschiedlichem Durchmesser, wobei der kleinere der Regulierventilstege mit der Öffnung zusammenpaßt und wirksam hinsichtlich der Regelung der effektiven Fläche der Öffnung in Abhängigkeit von den auf die Regulierventilschleife einwirkenden

Flüssigkeitsdifferentialdrücke ist und einen an der Regulierventilspule (88) ausgebildeten Hilfssteg (94) von etwas geringeren Durchmesser als der kleinere Regulierventilsteg der Regulierventilspule (88) umfaßt, wobei der Hilfssteg (94) sich in Deckungseinpassung mit der Öffnung bewegt, wenn die Regulierventilspule (88) von der Öffnung weggeschoben wird, so daß sich eine Strömungsbegrenzung zwischen der Hochdruckseite der Pumpe und der Rückführseite der Pumpe ergibt, wodurch eine mäßige Kraftunterstützung unabhängig von der Operation des Solenoidventils erreicht wird.

5. Kraftsteuerungssystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Hilfssteg (94) nach Bewegung der Regulierventilspule (88) weg von der Öffnung in die Öffnung einpaßt und dadurch eine den Hilfssteg (94) umgebende ringförmige Öffnung ergibt, die eine wirksame Öffnung von kleinerer Fläche als die wirksame Strömungsfläche der Öffnung liefert, wenn der kleinere Strömungsdosiersteg (92) der Regulierventilspule (88) sich von der Öffnung wegbewegt.

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein variables Hilfskraftsteuerungsgetriebesystem zur Verwendung in Kraftfahrzeugen, wobei der gewünschte Steuerungsdruck für jedes beliebige gegebene Steuerungsdruckmoment und die Fahrzeuggeschwindigkeit Augenblicklich durch eine darauf befindliche Mikroprozessoreinheit geregelt werden. Die Erfindung ist insbesondere zur Verwendung in einem Zahnstange-Ritzelgetriebesystem der in den US-Patentschriften 45 16 471, 44 85 883, 40 63 490 und 45 61 521 beschriebenen Art geeignet.

In jedem dieser Kraftsteuerungsgetriebemechanismen nach dem Stand der Technik ist eine Getriebezahnstange in Richtung ihrer Achse einstellbar. Die Zahnstange ist mit der Steuerungsgetriebeverbindung eines mit Rädern versehenen Fahrzeugs verbunden und steht in Eingriff mit einem Antriebsritzel, das mit einer vom Fahrer gesteuerten Lenksäule durch einen Drehstab verbunden ist. Wenn der Fahrzeugführer ein Steuerungsdruckmoment auf die Lenksäule ausübt, wird der Drehstab abgelenkt, wenn das Antriebsdruckmoment auf das Ritzel übertragen wird.

Das Ritzel ist mit einer Ventilmuffe einer Drehsteuerungsventilanordnung verbunden, und die Lenksäule ist mit einem inneren Ventilelement innerhalb der Ventilmuffe verbunden. Nach Ablenkung des Drehstabs wird das innere Ventilelement der Drehventilanordnung mit Bezug auf die Drehventilmuffe eingestellt. Diese Ventileinstellung regelt die Druckverteilung auf jede der beiden unter Flüssigkeitsdruck arbeitenden Kammern eines Flüssigkeitsmotors, wodurch eine Flüssigkeitsdruckkraft auf die Zahnstange ausgeübt wird, so daß eine Krafthilfe oder -unterstützung bewirkt wird.

Die Flüssigkeitsdruckpumpe in einem Lenksystem dieses Typs ist eine positive Verdrängungspumpe, die ein Strömungsregelventil aufweist, um eine konstante Strömungsgeschwindigkeit herbeizuführen. Der Steuerungsdruck wird durch Regelung der effektiven Flüssigkeitsströmungsfläche durch das Steuerungsventil geregelt, und diese Fläche wird wiederum durch das Ausmaß der Ablenkung des Drehstabs bestimmt.

In der Anordnung gemäß der US-PS 45 61 521 ist ein doppelter Strömungsabgabebeweg an das Steuerungsventil vorgesehen, wobei ein Weg teilweise durch ein ge-

schwindigkeitsempfindliches Bypassventil definiert ist. Die effektive Strömungsfläche oder der Bereich durch das Bypassventil ist proportional zu der Fahrgeschwindigkeit, so daß eine herabgesetzte Strömung auftritt, wenn das Fahrzeug bei hohen Geschwindigkeiten betrieben wird und relativ hohe Strömung auftritt, wenn das Fahrzeug bei niedrigen Geschwindigkeiten betrieben wird oder wenn der Fahrzeuglenker mit Parkmanövern beschäftigt ist. Das Bypassventil wird durch ein elektrisches Betätigungsglied geregelt, das wiederum durch einen für die Fahrzeuggeschwindigkeit empfindlichen elektronischen Modul geregelt wird.

Nachfolgend wird die Erfindung im allgemeinen beschrieben.

Es wird ein Kraftsteuerungsgetriebe für ein Fahrzeug angegeben, das ein variables Ausmaß an Kraftunterstützung zur Ergänzung der manuellen Steuerungskraft liefert, worin die variable Unterstützung dadurch erreicht wird, daß die Größe des durch einen druckbetriebenen Motor über eine vom Fahrzeugmotor betriebene Pumpe zur Verfügung gestellten Steuerungsdrucks direkt geregelt wird, wobei die Größe des Drucks durch eine Zentralverarbeitungseinheit geregelt wird, die auf das Fahrzeuglenkraddrehmoment und die Fahrzeuggeschwindigkeit anspricht, so daß ein geeigneter Steuerungsdruck und eine Kraftunterstützung für sämtliche Fahrbedingungen erzeugt wird.

Die vorliegende Erfindung unterscheidet sich vom Gegenstand der US-Patentschrift 45 61 521, da das variable Hilfs- oder Unterstützungsmerkmal durch direkte Regelung des Steuerungsdrucks an Stelle durch Regelung der Strömungsfläche des Ventils, das wiederum den Steuerungsdruck beeinflussen würde, erreicht wird.

Der variable Hilfskraftsteuerungsgetriebemechanismus der vorliegenden Erfindung verwendet ein vereinfachtes Drehventil, bei dem Ventilelemente verwendet werden können, die üblich für Ventilelemente der in den oben beschriebenen früheren Patentschriften angegebenen Art sind, ohne große Änderung in der Gestalt des Ventilgehäuses und ohne beträchtliche Kapitalinvestitionen für Werkzeugausstattung und Einrichtungen für deren Herstellung für Kraftfahrzeuge.

Das erfindungsgemäße System enthält ein zwischen den Einlaß- und Rückführleitungen der positiven Verdrängungspumpe angeordnetes elektronisches Druckregelungsventil. Es umfaßt auch Eingabedrehmoment- und Fahrzeuggeschwindigkeitssensoren, die mit einer Mikroprozessoreinheit zusammenarbeiten, wobei letztere den Druck regelt, der dem Steuerungsgetriebe verfügbar gemacht wird, indem ein geregelter Strom gemäß einem vorgegebenen Programm in der Prozessor-einheit zu dem elektrischen Druckregelungsventil gesandt wird. Das elektronische Druckregelungsventil wirkt als Hilfssteuerungsgetriebeventil hydraulisch parallel mit der Steuerungsdruckventilanordnung wie im Fall der US-Patentschrift 45 61 521. Wann auch immer das elektronische Druckregelungsventil in Funktion tritt und Flüssigkeit durch den parallelen Strömungskreislauf ableitet, wird der Steuerungs- oder Lenkdruck zu einem Wert geregelt, der niedriger ist als der Druck, der existieren würde, wenn das elektronische Druckregelungsventil geschlossen wäre.

Die Mikroprozessoreinheit kann mit einer vollständigen Fahrzeugsteuerungsregelparameterkarte programmiert werden, wodurch es möglich ist, sämtlichen möglichen Fahrbedingungen zuvorzukommen, so daß für jede Fahrbedingung ein optimaler Steuerungsdruck verfügbar gemacht wird. Für jedes Lenkraddrehmoment

und<sup>3</sup> für jede entsprechende Straßengeschwindigkeit steht somit für den Zahnstangen- und Ritzelgetriebe-  
mechanismus eine optimale Steuerungshilfe zur Verfü-  
gung.

Gemäß der Erfindung werden Steuerungsdrehmo-  
ment und Fahrzeuggeschwindigkeit zur direkten Rege-  
lung des Steuerungsdrucks verwendet.

Gegenstand der Erfindung ist ein Kraftsteuerungs-  
system für ein Kraftfahrzeug mit einer zur Verbindung mit  
einem Fahrzeugsteuerungsgestänge eingreifbaren An-  
triebsritzel, einer vom Fahrer geregelten Steuersäule  
und einer Drehstabverbindung zwischen der Steuersäule  
und dem Antriebsritzel, wodurch Steuerungskräfte  
von der Steuersäule auf die Zahnstange verteilt werden,  
gekennzeichnet durch eine Drehventilanordnung, die eine  
mit dem Antriebsritzel verbundene und damit dreh-  
bare Ventilmuffe und ein in der Ventilmuffe aufgenom-  
menes und mit der Steuersäule drehbar verbundenes  
inneres Ventilelement aufweist, eine Kraftsteuerungs-  
pumpe, mit hydraulischem Druck betriebene Flüssig-  
keitsmotoren mit einem druckbetriebenen Bauteil, das  
mit der Zahnstange verbunden ist, wodurch eine Flüssig-  
keitsdruckkraft auf die Zahnstange ausgeübt werden  
kann, um die manuelle Lenkkraft zu ergänzen, wodurch  
der Fahrzeugführer eine Kraftunterstützung erhält, einen  
Flüssigkeitsdruckkreislauf, der die Pumpe mit dem  
Flüssigkeitsmotor verbindet, wobei die Steuerungsven-  
tilanordnung in dem Flüssigkeitsdruckkreislauf ange-  
ordnet ist und diesen teilweise definiert, wodurch Druck  
entweder zu der einen Seite des Flüssigkeitsmotors  
oder zu der anderen, je nach der Richtung des auf die  
Steuersäule ausgeübten Drehmoments, verteilt wird,  
wobei der Flüssigkeitsdruckkreislauf einen Hochdruck-  
durchgang, der eine Hochdruckseite der Pumpe mit der  
Einlaßseite der Steuerungsventilanordnung verbindet  
und einen Niederdruckrückströmungsdurchgang, der  
die Auslaßseite der Steuerungsventilanordnung mit der  
Einlaßseite der Pumpe verbindet, umfaßt, ein elektro-  
nisch geregeltes Drosselventil, das sich in paralleler An-  
ordnung in dem Flüssigkeitsdruckkreis zwischen der  
Einlaßseite der Pumpe und der Auslaßseite der Pumpe  
befindet, wodurch ein Bypass-Strömungsweg in paral-  
leler Beziehung hinsichtlich des Flüssigkeitsströmungs-  
weges durch die Steuerungsventilanordnung gebildet  
wird, eine elektronische Zentralverarbeitungseinheit,  
die mit dem elektronisch geregelten Drosselventil ver-  
bunden ist, einen in dem hydraulischen Druckkreislauf  
angeordneten Steuerungsdrucksensor, der mit der zen-  
tralen Verarbeitungseinheit verbunden ist und einen mit  
der zentralen Verarbeitungseinheit verbundenen Fahr-  
zeuggeschwindigkeitssensor, wobei die zentrale Verar-  
beitungseinheit einen elektronischen Speicher mit ge-  
speicherten Fahrzeuggeschwindigkeits- und Steue-  
rungspumpendruckdaten aufweist, wobei die Beziehung  
zwischen den Daten das optimale elektrische Span-  
nungssignal anzeigt, das, wenn es dem elektronisch ge-  
regelten Drosselventil ausgesetzt ist, einen geregelten  
Flüssigkeitsbypass von der Hochdruckseite der Pumpe  
zu der Einlaßseite der Pumpe bewirkt, wodurch eine  
geregelte Kraftunterstützung in Abhängigkeit von der  
Fahrzeuggeschwindigkeit herbeigeführt wird.

Das Kraftsteuerungssystem der Erfindung umfaßt  
vorzugsweise ein elektronisch geregeltes Drosselventil,  
eine Ventilschleife und eine die Ventilschleife umgebende  
Ventilmuffe, wobei die Muffe und die Schleife mit Öffnun-  
gen versehen sind, um geregelte Verbindung zwischen  
der Hochdruckseite der Pumpe und der Niederdruck-  
seite der Pumpe herbeizuführen, Federbauteile zur Vor-

spannung der Ventilschleife in einer Richtung und ein So-  
lenoid von variabler Stärke mit Wicklungen, die einen  
mit der Ventilschleife verbundenen Anker umgeben, wo-  
durch die Verschiebung der Ventilschleife gegen die ent-  
gegengerichtete Kraft der Feder von dem Abgabesignal  
der Zentralverarbeitungseinheit abhängt und die Größe  
des Abgabesignals durch die Größe des Fahrzeugge-  
schwindigkeitssensorsignals und des Steuerungsdruck-  
sensorsignals bestimmt wird, aufweist.

Zweckmäßig ist das Kraftsteuerungssystem so ausge-  
bildet, daß das elektronisch geregelte Drosselventil ein  
Regulierteil mit einer Regulierteilumfassung und einer  
in der Umfassung angeordneten Regulierteilventilschleife, eine  
Dosieröffnung, deren eine Seite mit der Auslaßseite der  
Pumpe in Verbindung steht und deren stromabwärts  
liegende Seite mit der Niederdruckseite der Pumpe in  
Verbindung steht, wobei die Regulierteilventilschleife mit der  
Dosieröffnung übereinstimmt und deren Wirkungsflä-  
che regelt, wenn sie innerhalb der Regulierteilumfassung  
verschoben wird, und ein Solenoidventil aufweist, das  
eine Solenoidventilschleife und eine die Solenoidventilschleife  
aufnehmende Solenoidventilmuffe umfaßt, wobei  
die Solenoidventilmuffe und die Solenoidventilschleife  
aufeinander passende Ventilstege aufweisen, welche  
den Flüssigkeitsdruckkreislauf an der Hochdruckseite  
der Pumpe und den Flüssigkeitsdruckkreislauf an der  
Niederdruckseite der Pumpe begrenzen, wobei ein  
Flüssigkeitsdurchgang eine Seite der Regulierteilventilschleife  
mit der Solenoidventilmuffe verbindet und die Solenoid-  
ventilschleife nach Bewegung mit Bezug auf die Solenoid-  
ventilmuffe das Ausmaß der Verbindung zwischen  
der Hochdruckseite der Pumpe und dem Durchgang  
und das Ausmaß der Verbindung zwischen dem Durchgang  
auf der Rückführseite der Pumpe regelt, wobei  
Druckverteilungsdurchgänge den Durchgang mit einem  
Ende der Solenoidventilschleife verbinden und das andere  
Ende der Solenoidventilschleife mit der Niederdruckseite  
der Pumpe verbinden, wobei Solenoidventilwicklungen  
einen mit der Solenoidventilschleife verbundenen Solenoi-  
danker umgeben, wodurch eine Verschiebung der So-  
lenoidventilschleife mit Bezug auf die Solenoidventilmuffe  
durch die Größe der durch die Solenoidwicklungen ent-  
wickelten elektromagnetischen Kraft bestimmt wird, so  
daß die Solenoidventilschleife als Pilotventil funktioniert,  
das die Operation des Regulierteilventils auslöst.

In günstiger Ausbildung umfaßt die Regulierteilventilschleife  
zwei Regulierteilventilstege von unterschiedlichem  
Durchmesser, wobei der kleinere der Regulierteilventilstege  
mit der Öffnung zusammenpaßt und wirksam hin-  
sichtlich der Regulierung der effektiven Fläche der Öffnung  
in Abhängigkeit von den auf die Regulierteilventilschleife  
einwirkenden Flüssigkeitsdifferentialdrücke ist und einen an der  
Regulierteilventilschleife ausgebildeten Hilfssteg von etwas  
geringerem Durchmesser als der kleinere Regulierteilventilsteg  
der Regulierteilventilschleife umfaßt, wobei der Hilfssteg sich in  
Deckungseinpassung mit der Öffnung bewegt, wenn die Regulierteilventilschleife  
von der Öffnung weggeschoben wird, so daß sich eine  
Strömungsbegrenzung zwischen der Hochdruckseite  
der Pumpe und der Rückführseite der Pumpe ergibt,  
wodurch eine mäßige Kraftunterstützung unabhängig  
von der Operation des Solenoidventils erreicht wird.

Bevorzugt ist der Hilfssteg nach Bewegung der Regu-  
lierteilventilschleife weg von der Öffnung in die Öffnung  
eingepaßt, und es ergibt sich dadurch eine den Hilfssteg  
umgebende ringförmige Öffnung, die eine wirksame  
Öffnung von kleinerer Fläche als die wirksame Strömungsfläche  
der Öffnung liefert, wenn der kleinere

Strömungsdoziersteg der Reguliertventilspule sich von der Öffnung wegbewegt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen erläutert, in denen

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Flüssigkeitskreislaufs für eine Zahnstangen- und Ritzelsteuerungsgetriebeanordnung gemäß der Erfindung.

Fig. 2 ein Arbeitsdiagramm für das vorliegende verbesserte Steuerungsgetriebesystem, welches die Beziehung zwischen Lenkraddrehmoment und Steuerungshilfe für eine Reihe von Straßengeschwindigkeiten zeigt,

Fig. 3 eine Ansicht einer Nebenanordnung eines elektronischen Drosselventils zur Verwendung in dem Kreislauf gemäß Fig. 1,

Fig. 3A eine graphische Darstellung, welche die Gestalt der Eingangsspannungswelle für das Solenoid des Ventils von Fig. 3 zeigt,

Fig. 4 eine Ansicht einer Nebenanordnung eines alternierenden elektronischen Druckregelungsventils zur Verwendung in dem Kreislauf gemäß Fig. 1,

Fig. 5 eine Detailansicht eines zweiten alternativen elektronischen Druckregelungsventils in seiner normalen Regelposition,

Fig. 5A eine Ansicht ähnlich der Fig. 5, worin sich das Ventil in der Position entsprechend einem Außerbetriebzustand des elektronischen Druckregelungsventils befindet,

Fig. 5B eine graphische Darstellung der Beziehung von Eingabedrehmoment und Zahnstangenabgabeleistung und

Fig. 6 eine dreidimensionale Darstellung einer Kontrolldatenkarte für eine Fahrzeuglenkeinrichtung, die in den Mikroprozessor für das vorliegende verbesserte Lenksystem programmiert sein kann, wiedergeben.

Nachfolgend wird die Erfindung im einzelnen beschrieben.

In Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 10 eine vom Fahrzeugmotor betriebene Kraftsteuerungspumpe. Sie liefert eine konstante Strömung im Auslaßdurchgang 12 und wird durch einen Zufuhrdurchgang 14 mit Flüssigkeit gespeist. Eine Steuerventilanordnung 16 weist einen mit dem Durchgang 12 verbundenen Einlaß auf. Die Rückströmungsleitung für die Steuerventilanordnung ist der Zufuhrdurchgang 14 für die Pumpe 10.

In paralleler Beziehung hinsichtlich der Pumpe 10 befindet sich ein elektronisch geregeltes Drosselventil 18. Es wirkt hinsichtlich der Ableitung von Flüssigkeit aus dem Durchgang 12 zum Durchgang 14, bevor die Flüssigkeit die Steuerventilanordnung 16 erreicht. Parallel zur Pumpe 10 und dem elektrischen Drosselventil 18 angeordnet befindet sich ein Steuerungsdrucksensor 20. Sensor 20 steht in Verbindung mit einem durch das Bezugszeichen 22 bezeichneten Mikroprozessor oder einer Zentralverarbeitungseinheit (CPU) (central processing unit), wobei elektrische Verbindungen bei 24 und 26 gezeigt sind.

Der Fahrzeugführer übt während des Lenkmanövers ein Steuerungsdrrehmoment auf das Lenkrad 28 aus, das mit der Steuersäule 30 verbunden ist. Die Steuersäule 30 ist wiederum mit dem Antriebsritzel eines Zahnstangen- und Ritzelgetriebes zur Kraftsteuerung durch einen Drehstab in der üblichen Weise verbunden. Der Drehmomentströmungsweg von der Säule 30 zu der Steuerventilanordnung enthält einen Verbindungsmechanismus, der U-Verbindungen 32 und 34 und einen Lenkraddrehmoment- und Winkelsensor 36 aufweisen kann. Der

Sensor 36 entwickelt ein Signal, das auf CPU 22 durch die elektrische Leitung 38 übertragen wird. Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 40 entwickelt ein elektrisches Signal, das auf die CPU 22 durch Leitung 41 übertragen wird.

Das elektronische Drosselventil kann eine über die Impulsbreite geregelte variable Öffnung sein, die durch CPU 22 geregelt wird. Der Steuerungsdruck wird durch die nachfolgende Gleichung bestimmt:

$$P = \frac{K \cdot Q^2}{CA},$$

worin  $P$  der Kolbendifferentialdruck des Steuerungsgetriebes,  $Q$  die durch die Pumpe entwickelte Strömungsgeschwindigkeit und  $A$  die Summe der effektiven Drosselungsflächen der Steuerventilanordnung 16 und des elektronischen Drosselventils 18 sind.

Der Steuerungsdrucksensor 20 tastet den Steuerventileinlaßdruck minus dem Auslaßdruck ab, der etwa der gleiche ist, wie der Kolbendifferentialdruck des Flüssigkeitsmotors für das Steuerungsgetriebesystem. Das elektronische Drosselventil ist so ausgebildet, daß es den Druck auf jeden beliebigen Wert reduzieren kann, indem zusätzliche Drosselfläche zu der wirksamen Fläche der Steuerventilanordnung hinzugefügt wird.

Eine sogenannte Karte oder ein Plan der gewünschten Beziehung des Steuerungsdrucks mit Bezug auf die anderen abgetasteten Eingangsgrößen für CPU 22 wird in die CPU-Einheit 22 programmiert. Somit können beispielsweise Steuerungskräfte mit Zunahmen der Fahrzeuggeschwindigkeit durch Herabsetzung des Drucks erhöht werden. Wenn es erwünscht ist, einen manuellen Lenkeffekt herbeizuführen, kann dieser einem Null-Steuerungsdrucksignal bei der gewünschten Geschwindigkeit entsprechen. Bei höheren Geschwindigkeiten kann die Pumpe von dem Motor im Hinblick auf maximale Brennstoffwirklichkeit abgeschaltet werden.

Durch Anordnung des elektronischen Drehmomentensors zwischen dem Lenkrad und den U-Verbindungen 34 und 32 wird die U-Verbindungsreibung zur Abgabereibung anstelle der Eingabereibung, d. h., sie führt nicht dazu, daß das Steuerungsdruckregelsystem die Reibung als ein Eingabedrehmoment wahrnimmt. Somit leistet zusätzlicher Druck aufgrund der inneren Reibung der U-Verbindungen der sogenannten Rückführbarkeit des Steuerungsgetriebes zu einem gerade vorwärts gerichteten Fahrzustand nach einem Lenkmanöver keinen Widerstand.

Eine erste Ausführungsform des elektronischen Drosselventils der Erfindung ist im Detail in Fig. 3 gezeigt. Es umfaßt eine Ventilmuffe 42 mit inneren Ventilstegen (valve lands) und eine Ventilspule 44 mit äußeren Ventilstegen. Die Ventilspule 44 hat äußere Stege 46, 48, 50 und 52, welche mit entsprechenden inneren Stegen der Muffe 42 übereinstimmen. Flüssigkeit aus dem Durchgang 12 wird auf das elektronische Drosselventil 18 durch den Durchgang 54 übertragen, und Flüssigkeit aus Ventil 18 wird zu dem Durchgang 14 durch den Ventildurchgang 56 zurückgeführt.

Die Spule 44 ist in einer rechtsgerichteten Richtung wie aus Fig. 3 ersichtlich durch die Ventiltfeder 58 vorgespannt. Ein Solenoid 60 umgibt den Solenoidanker 62, der mit der Ventilspule 44 verbunden ist. Wenn die Windungen des Solenoids 60 Energie zugeführt wird, bewegt sich die Ventilspule 44 nach links, wodurch das Ausmaß der Verbindung zwischen den Durchgängen 54 und 56 eingeschränkt wird. Wenn der Strom in den So-



lenöidwicklungen verringert wird, bewegt die Feder 58 das Ventil nach rechts, wodurch die Verbindung zwischen den Durchgängen 54 und 56 geöffnet wird. Ein größeres Flüssigkeitsvolumen wird bei jeder Umdrehung der Pumpe durch das elektronische Drosselventil 18 abgeleitet, wenn die Ventilschule 44 sich nach rechts bewegt und der Steuerungsdruck abnimmt. Somit nimmt die Größe der manuellen Lenkkraft zu.

Die Gestalt des dem Solenoid verfügbaren Signals ist in Fig. 3A schematisch dargestellt. Dieses ist ein durch Impulsbreite modulierte elektrisches Spannungssignal. Um die wirksame Kraft zu erhöhen, die in einer linksgerichteten Richtung entgegen der Feder 58 wirkt, wird die Zeit jedes Impulses erhöht, so daß die in linker Richtung auf die Ventilschule 44 wirkende effektive Kraft erhöht wird.

In Fig. 2 ist die Beziehung zwischen Lenkraddrehmoment und Steuerungsdruck oder Abgabekraft für jede beliebige gegebene Fahrzeuggeschwindigkeit erläutert. Die Beziehung verläuft im allgemeinen parabolisch. Wenn sich die Geschwindigkeit erhöht, verringert sich die Größe der Neigungen der Parabeln. Die in Fig. 2 schematisch erläuterte Information kann in die CPU-Einheit 22 programmiert werden, so daß sie mit einem geeigneten Signal für das elektronische Drosselventil anspricht, wenn Drehmomentsignale und Geschwindigkeitssignale darauf von dem Sensor 36 bzw. Sensor 40 übertragen werden.

In Fig. 4 ist eine andere elektronische Drosselventilausbildung erläutert. Die Ventilmuffe 42 und die Ventilschule 44 von Fig. 3 wurden in Fig. 4 durch eine vereinfachte Ventilmuffe 64 und eine vereinfachte Ventilschule 66 ersetzt. Letztere hat einen ersten Steg 68 von großem Durchmesser und einen Steg 70 von kleinem Durchmesser. Die Zumeßkante von Steg 70 kann, wie bei 72 gezeigt, abgeschrägt sein.

Der Eingabedurchgang für das elektrische Drosselventil gemäß Fig. 4 ist bei 54' gezeigt, und der Rückföhrdurchgang ist bei 56' gezeigt. Diese Durchgänge entsprechen jeweils den Durchgängen 54 und 56 der Ausführung gemäß Fig. 3.

Der Steg 70 regelt das Verbindungsausmaß zwischen dem Durchgang 54' und dem Rückföhrdurchgang 56'. Der Druck im Durchgang 56' wirkt auf die Fläche von großem Durchmesser des Stegs 68 und ergibt eine Druckkraft, die in einer rechtsgerichteten Richtung auf das Ventilelement 66 wirkt, wie in Fig. 4 ersichtlich. Die Fläche ist gleich der Fläche des rechten Endes des Ventilelements 66 minus der Fläche des Stegs 70. Die Ventilmuffe 64 weist ein geschlossenes Ende an der rechten Seite des Elementes 66 auf. Diese Fläche ist dem Druck in Durchgang 72 ausgesetzt, welcher mit einer Öffnung in der Ventilmuffe 74 des Solenoidventils 18' in Verbindung steht.

Das Solenoidventil 18' umfaßt eine Ventilschule 76, welche äußere Stege 78 und 80 aufweist, die mit inneren Stegen der Ventilmuffe 74 eingepaßt sind. Der Rückföhrdurchgang 56', der gemeinsam mit dem Rückföhrdurchgang für die Regelventilmuffe 64 sein kann, paßt mit dem Steg 80 zusammen. Der Steg 78 stimmt mit der durch die inneren Stege der Muffe 74, die mit dem Durchgang 54' in Verbindung stehen, definierten Ventiloöffnung überein. Der Durchgang 72 steht in Verbindung mit einer Öffnung in der Muffe 74 an einer Stelle in der Mitte zwischen den Stegen 78 und 80.

Das rechte Ende der Spule 76 bildet einen Anker für die Wicklungen des Solenoids 82. Das Ventilelement 76 ist im Innern bei 84 mit einer Öffnung versehen, um den

Druck im Durchgang 72 zu dem rechts liegenden Ende des Ventilelements 76 zu verteilen. Somit wirkt der Druck im Durchgang 72 auf das rechte Ende des Ventilelements 76.

Der Rücklaufdruck im Durchgang 56' wird auf das linke Ende der Ventilschule 76 durch die innere Öffnung 86 verteilt.

Die Wicklungen für das Solenoid 82 werden von CPU 22 wie in der Bezugnahme auf Fig. 3 beschriebenen Ausführungsform mit Strom versorgt. Die Bypassströmung wird durch die Regelventilschule 66 geregelt, und die Ventilschule 76 wirkt lediglich als ein Pilotventil oder Schaltventil, das die Operation der Ventilschule 66 regelt. Das Pilotventil 76 spricht wiederum auf die Kraft des Solenoidventils 18' an. Die für das Solenoidventil erforderlichen Kräfte sind aufgrund der Verwendung eines Pilotventils in Kombination mit dem Regelventil erheblich reduziert. Dies vereinfacht die Ausbildung des Solenoidventils und verringert dessen Kosten, während die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems verbessert wird. Eine exakte Linearität in der Beziehung des Stroms in den Solenoidwicklungen mit Bezug auf das Druckdifferential zwischen dem Zuföhrdruck in Durchgang 54 und dem Rückföhrdruck in Durchgang 56 ist nicht erforderlich.

In den Fig. 5 und 5A ist eine andere Regelventilausbildung gezeigt, die anstelle des Ventils 66 von Fig. 4 verwendet werden kann. Das Regelventil gemäß den Fig. 5 und 5A enthält eine Ventilschule 88 mit einem Steg 90 von großem Durchmesser und einem Steg 92 von kleinem Durchmesser. Zusätzlich ist an der Spule 88 an einer Stelle in Abstand von dem Steg 92 ein zweiter Steg 94 von etwas geringerem Durchmesser als dem Steg 92 ausgebildet. Druck aus dem Solenoidventil wird wie im Fall der Ausführung der Fig. 4 auf die rechte Seite der Regelventilschule 88 verteilt. Der Druck im Rückföhrdurchgang, der in den Fig. 5 und 5A mit dem Bezugszeichen 56'' bezeichnet ist, ist gleich der Differenz zwischen der Fläche der rechten Seite des Ventils 88 und der Fläche des Stegs 92.

Das Ventil der Fig. 5 und 5A wirkt in ähnlicher Weise zu der Funktion des Ventils 66 der Fig. 4 insofern, als die Stege 90 und 92 betroffen sind. Falls sich ein Ausfall oder Versagen in der elektrischen Schaltung für das Solenoidventil ergibt oder falls der Leistungsschalter für das die Schaltung versorgende Steuerungssystem offen sein sollte, wird die magnetische Solenoidkraft beseitigt, und der Druck im Durchgang 56' wird gleich dem auf die rechte Seite des Ventils 88 wirkenden Druck. Dieser Zustand ist in Fig. 5A gezeigt. Das Ventil 88 wird also in einer Richtung nach rechts gestoßen. In diesem Zustand paßt der Steg 94 mit dem inneren Steg 96 des Regelventils zusammen, wobei der Durchmesser des Stegs 94 etwas geringer ist, als der Durchmesser von Steg 96. Es wird somit eine Öffnung 98 geschaffen, die eine festgelegte Strömung aus dem Durchgang 54'' zum Durchgang 56'', welche den Durchgängen 54' und 56' der Fig. 4 entsprechen, ermöglicht. Der Bereich der Öffnung 98 wird so gewählt, daß eine mittlere Kraftsteuerungsdruckunterstützung erreicht wird, wodurch eine unerwünschte harte Übertragung von einer Kraftunterstützungsart auf eine vollständig manuelle Lenkart ausgeschaltet wird, wenn die Regelspannung unterbrochen wird.

In Fig. 5B ist in Form einer graphischen Darstellung die Beziehung von Eingabedrehmoment mit 2,3 cm kg (2 in-LB) Reibung und Zahnstangenabgabeleistung in kg (LB) wiedergegeben.



In Fig. 6 ist ein dreidimensionales Diagramm der Beziehung zwischen der Abgabe der Zentralverarbeitungseinheit, dargestellt durch den auf der ersten "X"-Achse aufgezeichneten elektrischen Strom, dem durch den Fahrer auf den Torsions- oder Drehstab auf- 5  
gebrachten Steuerungsdrehmoment, aufgezeichnet auf die zweite "Y"-Achse und der Fahrzeuggeschwindigkeit in Kilometer je Stunde, aufgezeichnet auf der dritten "Z"-Achse, wiedergegeben. Fig. 6 ist eine Kontrollda- 10  
tenkarte, die in den Speicher des CPU 22 einprogram-  
miert werden kann. Für jede beliebige gegebene Beziehung zwischen Drehmoment und Geschwindigkeit er-  
gibt sich ein optimaler Strom, der über die elektrische 15  
Leitung 26 auf das elektronisch geregelte Drosselventil 18 übertragen wird. Die Datenpunkte in 56 definieren  
wie gezeigt eine Oberfläche aus drei Dimensionen.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

3729156

Nummer: 37 29 156  
 Int. Cl.<sup>4</sup>: B 62 D 6/02  
 Anmeldetag: 1. September 1987  
 Offenlegungstag: 10. März 1988

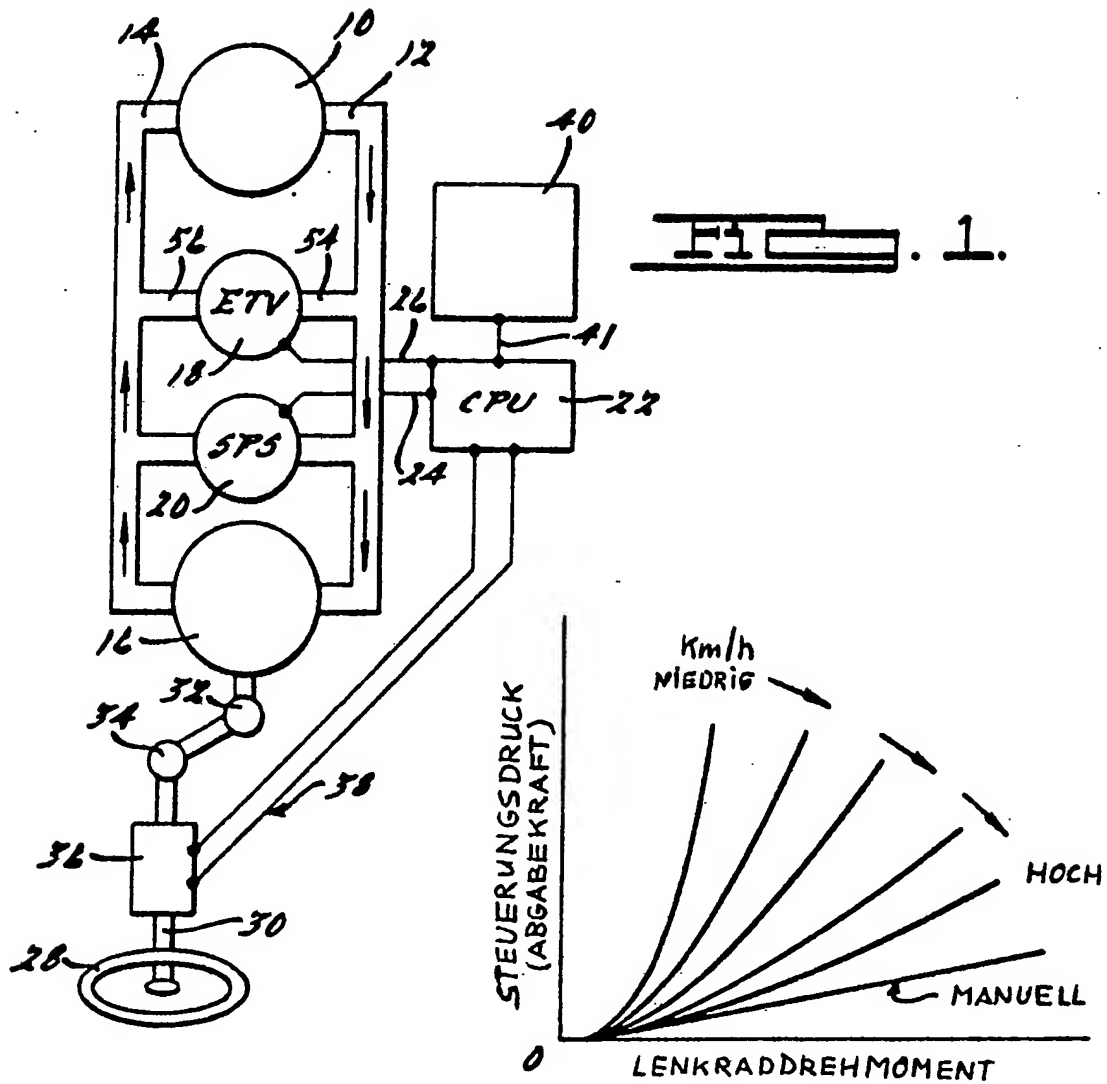


FIG. 2.

FIG. 3.

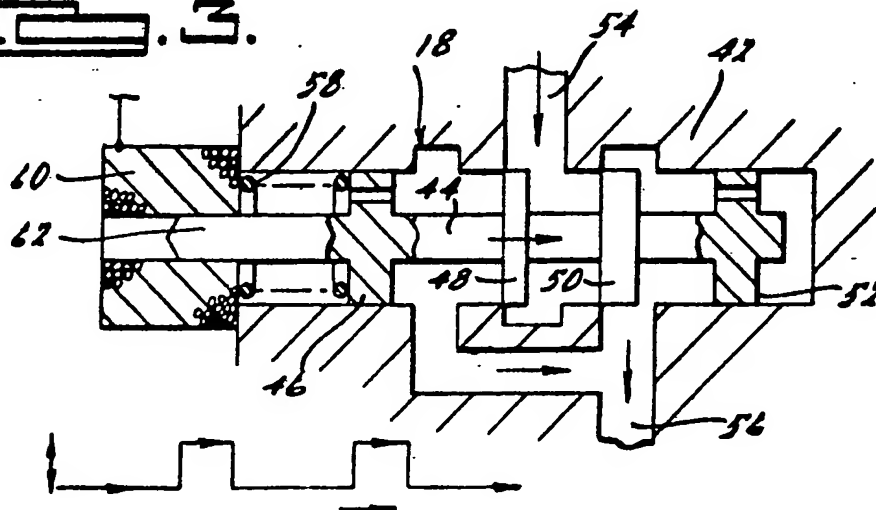


FIG. 3A.

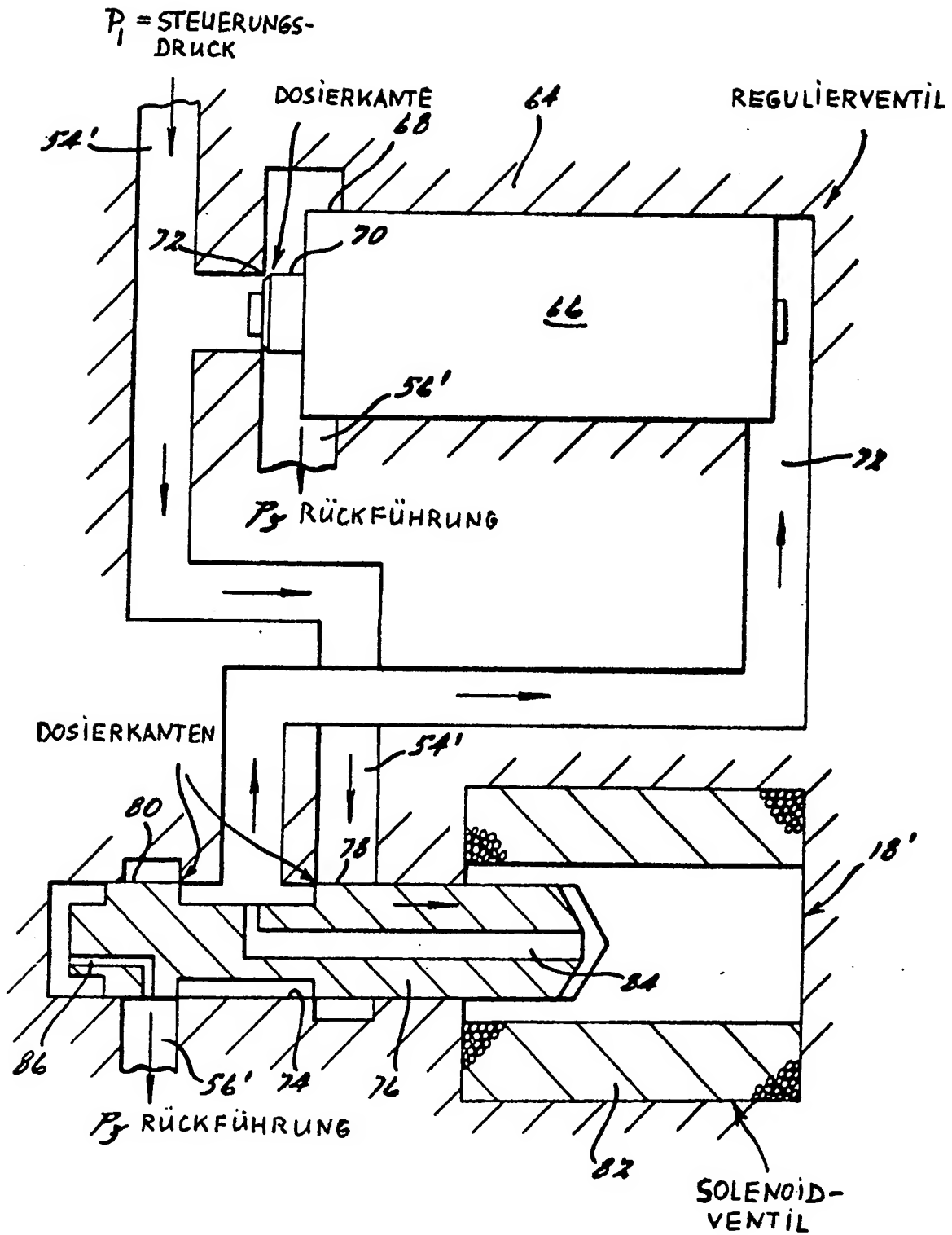


FIG. 4.

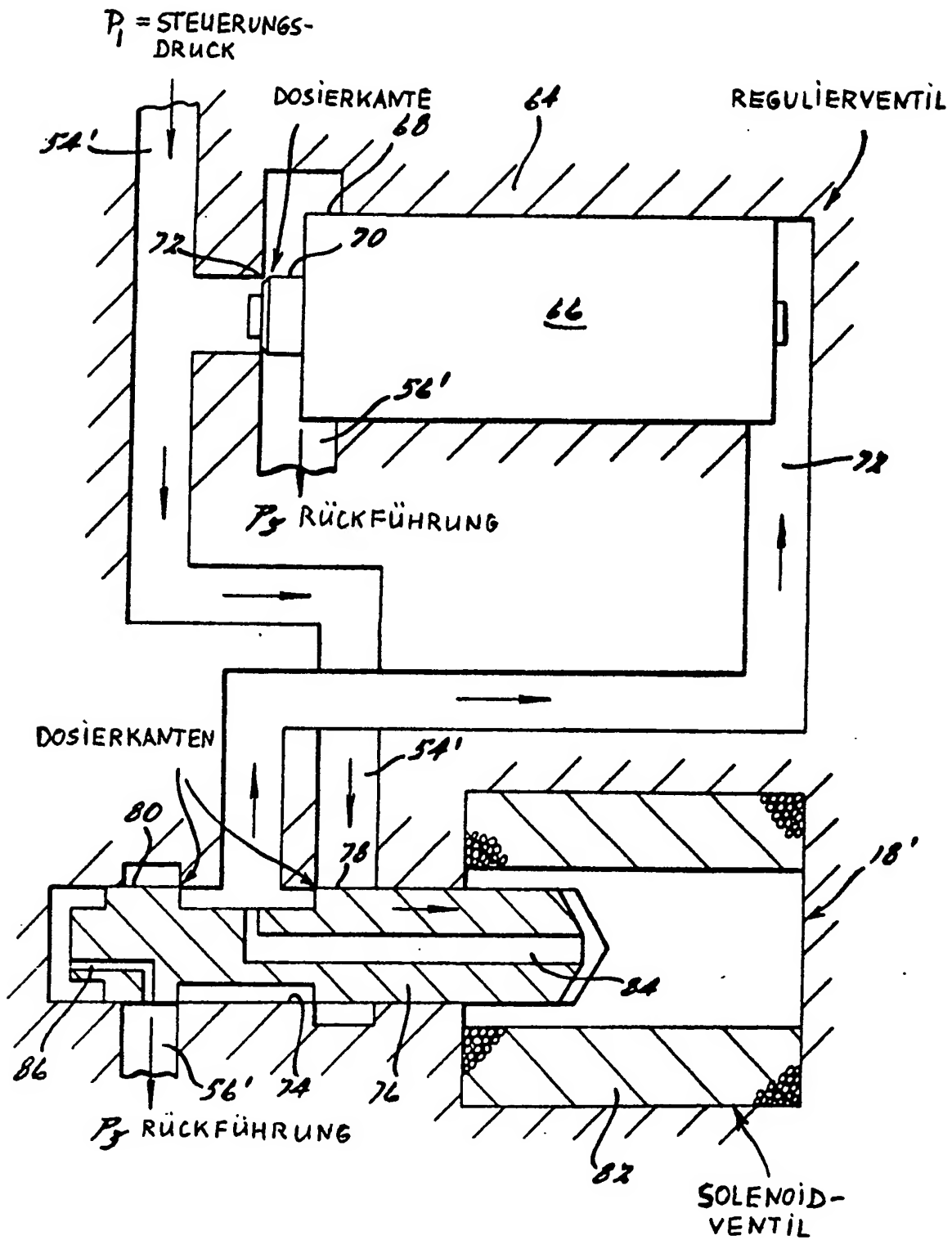


FIG. 4.

3729156

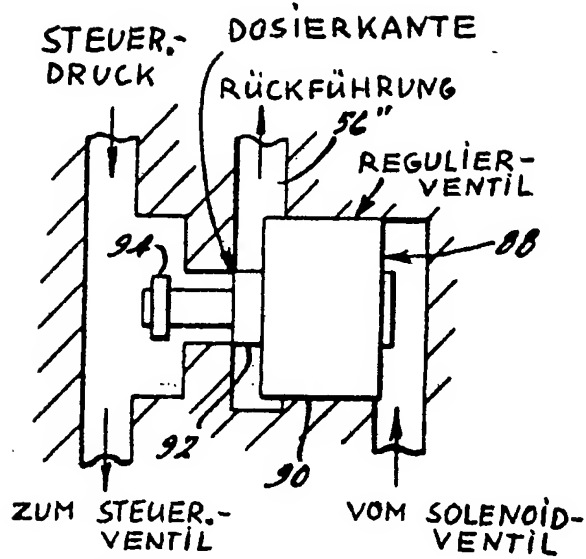


Fig. S.

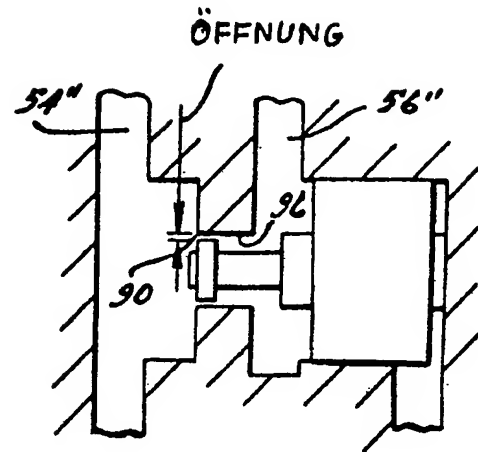
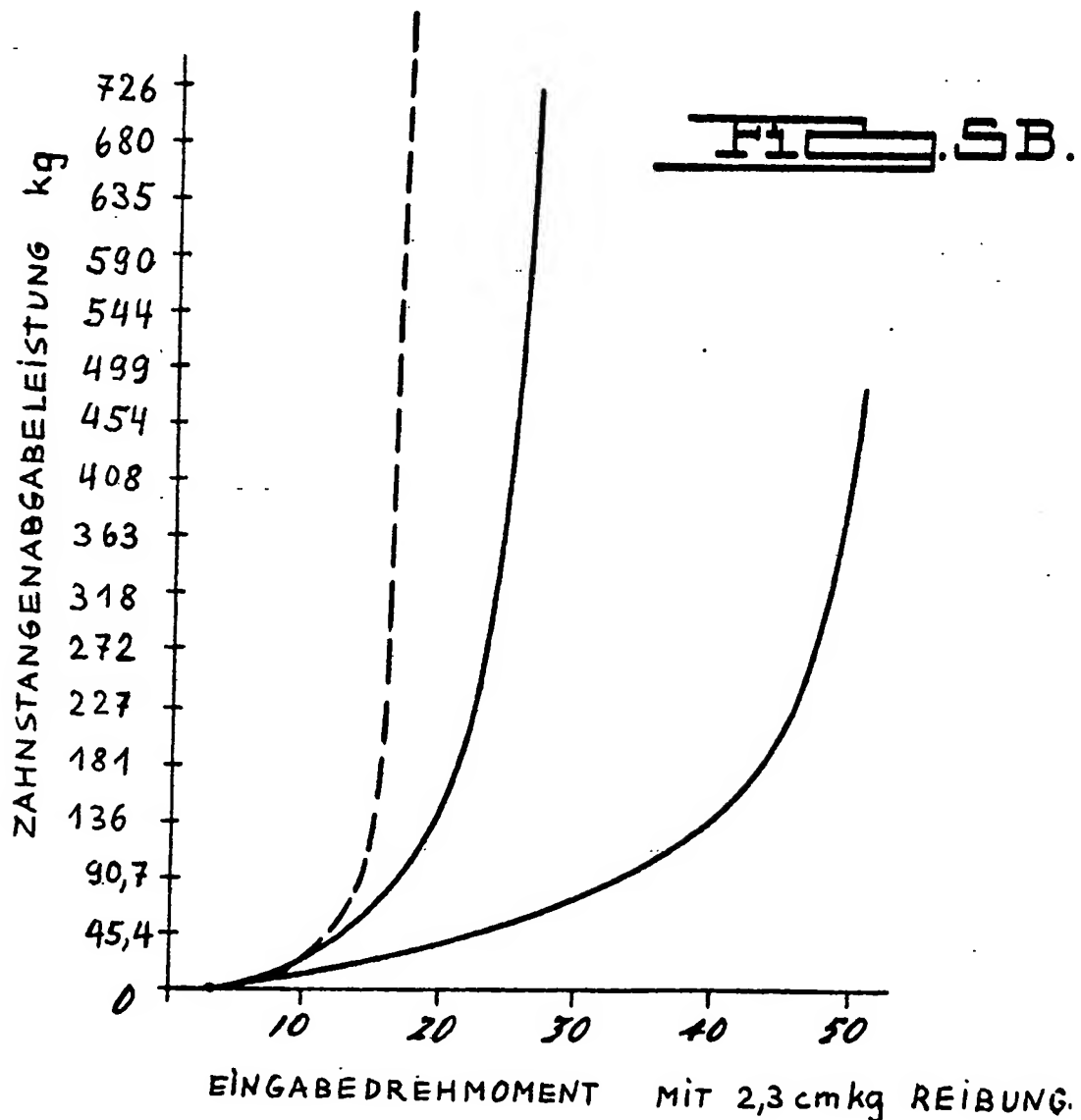


Fig. SA.





3729156

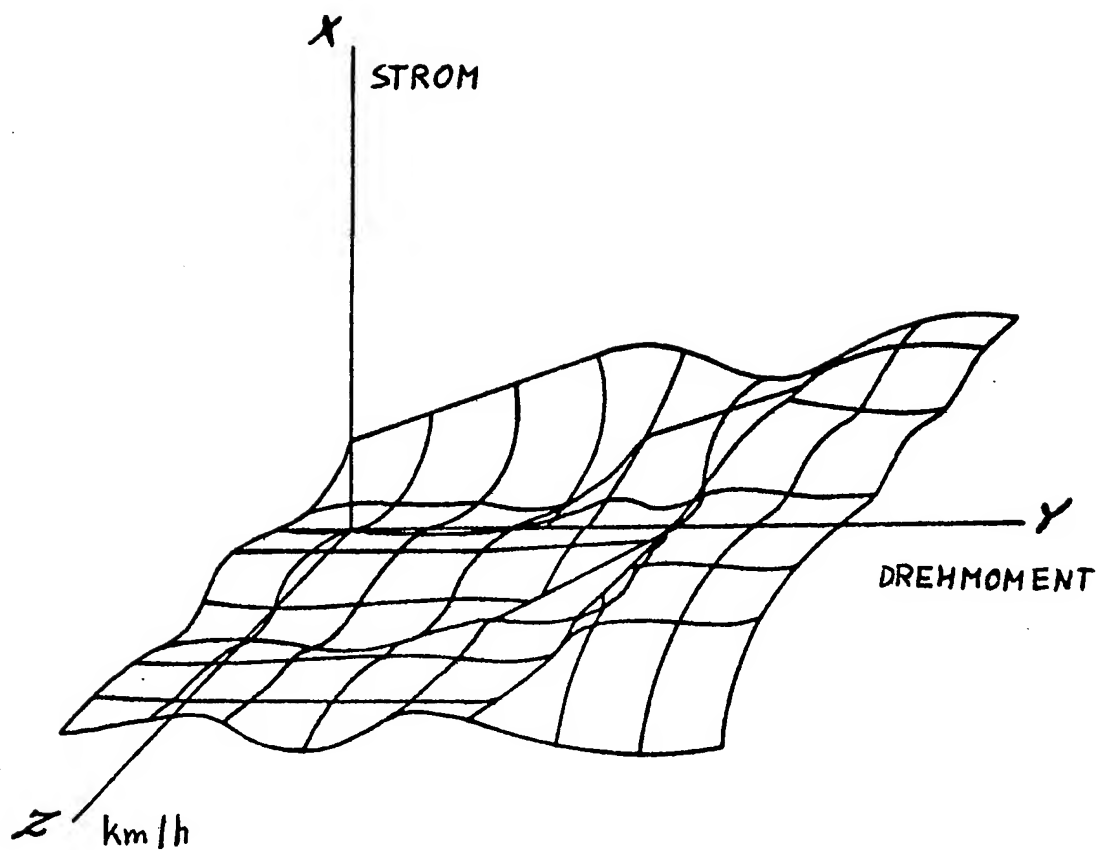


Fig. 6.

Ford-Werke AG Köln  
US-1543